

NOVÉ MOŽNOSTI STANOVENÍ OPTIMÁLNÍHO OŽIVOVÁNÍ JEDNOTNÝCH FORMOVACÍCH SMĚSÍ

A. NEUDERT¹

ABSTRAKT: Při používání technologie jednotných formovacích směsí musíme mimo jiného zvládnout tyto základní úkoly:

- stanovit optimální složení formovací směsi
- udržovat optimální spěchovatelnost
- udržovat stanovené optimální složení pomocí oživování

Tento příspěvek se bude dále zabývat posledním z uvedených úkolů pro litinové odlitky.

ZÁKLADNÍ PRAVIDLA PRO OŽIVOVÁNÍ

Množství nového ostřiva:

Na každou tunu odlitého tekutého kovu musíme, pro nahrazení ztrát formovací směsí, pro zachování obsahu vyplavitelných látek a pro udržení přípustného znečištění a stupně oolitizace, přidat 100 až 160 kg nového ostřiva [1]. Potřebné množství je dáno tepelným zatížením, provozními podmínkami, používanými surovinami, množstvím a hlavně typem ostřiva z jádrové směsi, ztrátami formovací směsí, atd.. Přitom nové ostřivo se do směsi dostává těmito cestami:

- oživováním,
- přísunem z rozpadlých jader,
- z modelových směsí (jsou-li používány).

V některých slévárnách, případně u některých odlitků, je potřebné nebo skutečné množství nového ostřiva limitováno přísunem ostřiva z jader, případně ztrátami formovací směsí. Skutečné množství nového ostřiva pak může být i podstatně větší než uvedených 100 až 160 kg/t tekutého kovu.

Množství bentonitu

Potřebný přírůstek bentonitu je nutno rozdělit na dvě části [1]:

1. K novému ostřivu musíme přidat bentonit podle požadovaného optimálního složení. Obvykle 7 až 9 %.
2. Ve vratné směsi musíme nahradit znehodnocený, případně ztracený (např. odsáváním) aktivní bentonit. Obvykle je třeba na 1 t tekutého kovu přidat 25 až 40 kg bentonitu.

Optimální množství podle bodu 2 je závislé na stupni znehodnocení a ztrát bentonitu.

Množství uhlíkatých přísad

Pro jejich množství v oživení platí stejné zásady jako pro bentonit. Obvykle se proto spokojujeme se stanovením poměru k bentonitu. Výsledkem pak může být směsný bentonit. Tento postup je vyhovující pro většinu sléváren. V odůvodněných případech (podstatné výkyvy ve skutečném množství nového ostřiva) je nutno použít stejnou metodiku výpočtu potřebného množství jako pro bentonit:

¹ Ing. Alois Neudert, Ph.D. – Ashland-Südchemie-cz s.r.o.; Brno, Česká republika

1. K novému ostřivu podle požadovaného obsahu ve formovací směsi – obvykle 2 – 4,5 %.
2. Na náhradu znehodnocení a ztrát ve vratné směsi je nutno na 1 t tekutého kovu přidat 6 až 20 kg uhlíkaté přísady. Potřebné množství je, podobně jako u bentonitu, závislé na stupni znehodnocení a ztrát uhlíkaté přísady

Množství ostatních přísad

Téměř bez výjimky je dávkováno v určitém poměru k bentonitu. U plastifikátorů obvykle 1 až 6 %

STUPEŇ ZNEHODNOCENÍ (BENTONITU NEBO UHLÍKATÉ PŘÍSADY) A MOŽNOSTI JEHO STANOVENÍ

Znehodnocení bentonitu je způsobeno hlavně teplem z tekutého kovu, ale také například denatifikací díky obsahu solí ve vodě nebo chemicky aktivních zbytků jádrové směsi; nebo pasivací produkty rozkladu uhlíkatých přísad a jádrových pojiv. Prozatím předpokládáme, že hlavní podíl má teplo z odlitku a ty ostatní faktory jsou méně významné, případně jsou také úměrné tepelné zátěži formovací směsi.

Když si ale představíme konkrétní odlitek, tak stupeň znehodnocení [1] je definován jako poměr objemu směsi ve které došlo ke znehodnocení k celkovému objemu formovací směsi. Objem (množství) znehodnocené směsi však zdaleka není konstantní hodnota ve vztahu k 1 kg (1 t) tekutého kovu, jak je předpokládáno v základních pravidlech.

Vliv tvaru (modulu) odlitku

Nasimulovali jsme programem MAGMASoft [2] kouli o průměru 200 mm, z tvárné litiny s teplotou lití 1400°C a stejně hmotnou desku o tloušťce 20 mm. Jako teplotu degradace bentonitu jsme zvolili 500 °C

- Koule o průměru 200 mm – 30,6 kg
 - Teplota 500°C dosáhne do vzdálenosti 27,5 mm od povrchu
 - Je zasaženo objem $4,49 \text{ dm}^3 = 0,52 \text{ kg}$ bentonitu (při 8-%)
 - To znamená 0,017 kg bentonitu / kg tekutého kovu
- Deska 458x458x20 – 30,6 kg
 - Teplota 500°C dosáhne do vzdálenosti 21,2 mm od povrchu
 - Je zasaženo objem $11,43 \text{ dm}^3 = 1,33 \text{ kg}$ bentonitu
 - To znamená 0,043 kg bentonitu / kg tekutého kovu

Z uvedeného vyplývá, že tenkostěnné odlitky znehodnotí jedním kg kovu mnohem více formovací směsi než masivní odlitek. K podobnému závěru došli i jiní autoři [3].

Měřením na pokusných odlitcích – deska tloušťky 20 mm, byla potvrzena vyhovující shoda mezi simulovaným a skutečným průběhem maximálních teplot ve formovací směsi. **Obr. 1.**

Vliv jader

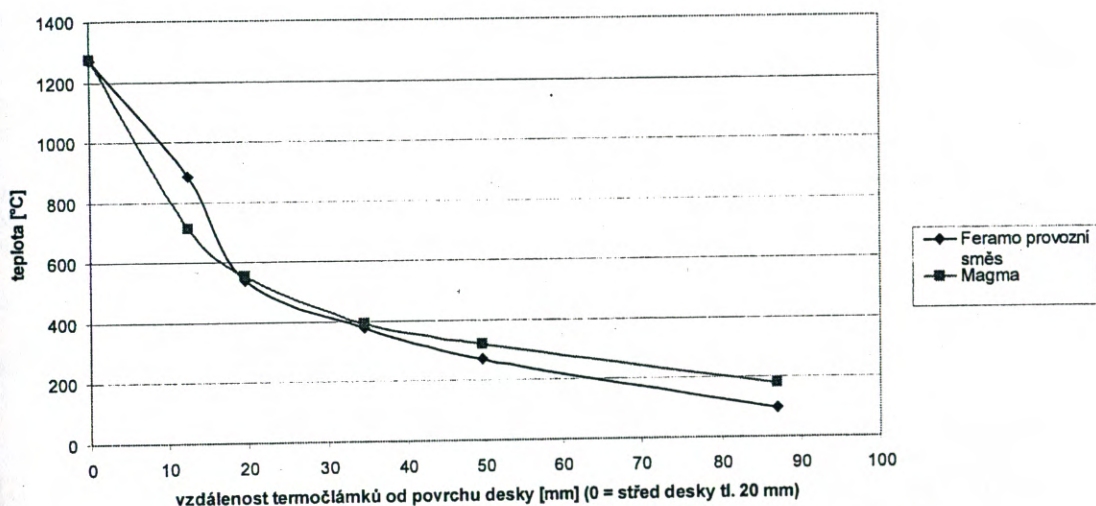
Když budeme předpokládat odlitek s jádrem, tak množství znehodnocené směsi bude úměrné poměru povrchů od formy a od jader. Odlitky, kde jádra tvoří značnou část povrchu jistě nejsou žádnou výjimkou – zde tedy 1 kg tekutého kovu znehodnotí podstatně méně, proti bezjádrovému odlitku se stejnou tloušťkou stěn a tedy i přibližně stejným povrchem. **Obr. 2.**

Při stanovování podílu plochy povrchu od jader nesmíme zapomenout na vtokovou soustavu, kde je obvykle minimum jader.

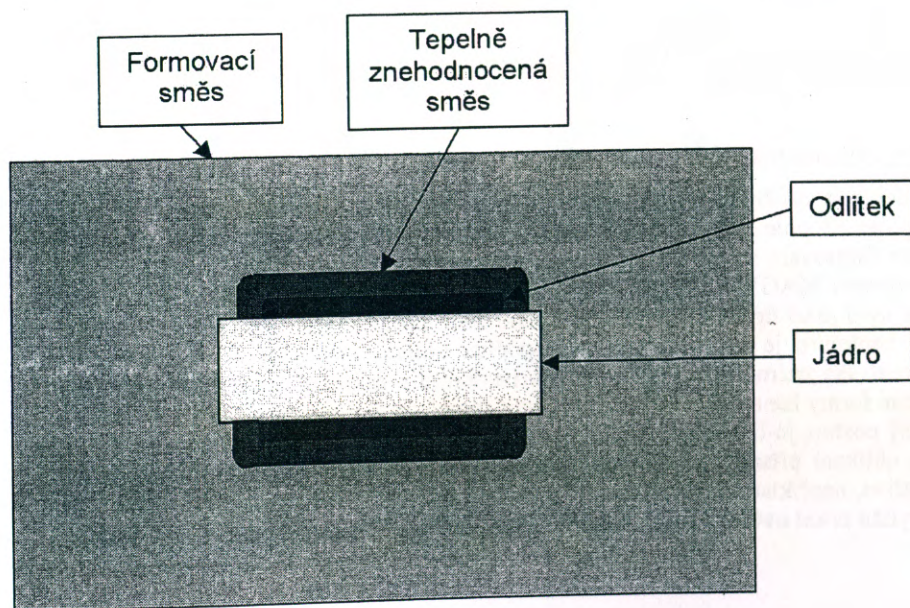
Ostatní vlivy na množství znehodnocené směsi

Kromě modulu odlitku a povrchu od jader se na stupni znehodnocení ve skutečnosti projevuje ještě celá řada vlivů, například teplota lití, chladítka, izolační nebo exotermické obklady nálitků, doba chladnutí, upěchování a složení formovací a jádrové směsi, parametry ostřiva atd.

Důležité jsou také parametry sledované složky formovací směsi – teplota znehodnocení bentonitu, náchylnost k denatifikaci. Tyto parametry jsou ovlivněny především mineralogickými vlastnostmi suroviny, ale podstatný vliv má i stupeň natrifikace.



Obr. 1. Porovnání skutečných a simulovaných teplot ve formovací směsi.



Obr. 2 Jádro omezí množství znehodnocené směsi

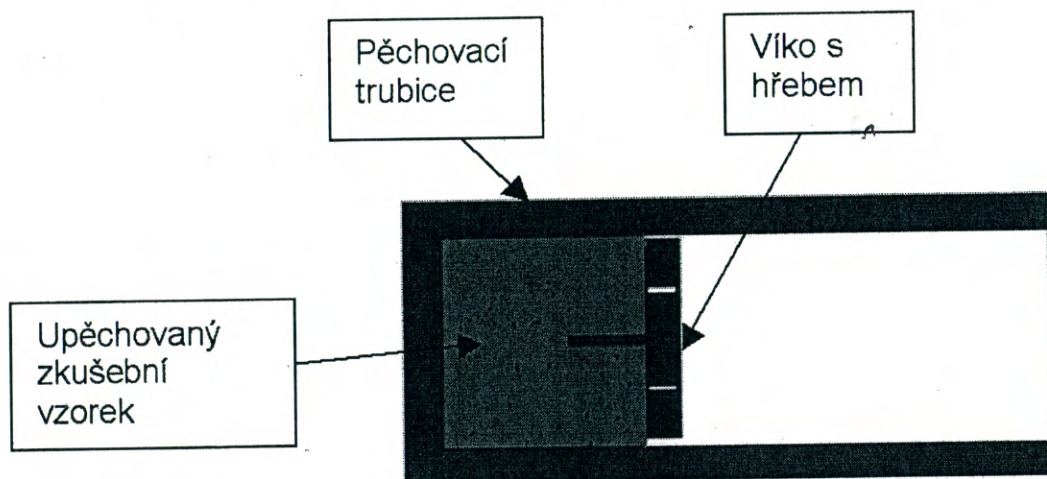
Metoda měření teplot znehodnocení formovací směsi

V reálné formě bohužel musíme předpokládat, že vlivem znehodnocení, ke kterému ve formovací směsi zákonitě dochází, se skutečná hodnota teploty znehodnocení bentonitu může lišit od vlastností čisté suroviny. V konkrétních směsích může být tedy důležité zjistit skutečnou teplotu degradace bentonitu, případně nosiče lesklého uhlíku. Proto byla navržena zkouška žháním v polouzavřené pēchovací trubici. Obr.3. Žháním upēchovaného vzorku v této trubici lze napodobit děj ve formě. Je zde jednostranně omezený přístup vnější atmosféry a plynné produkty rozkladu mohou odcházet pouze jedním směrem – jako v reálné formě.

Stanovením adsorpcce metylénové modři po žháním na vhodné teploty lze určit teplotu, při které je adsorpcce na poloviční hodnotě proti nežháněmu stavu.

Podobně lze stanovit i obsah lesklého (pyrolýzního) uhlíku a vypočíst teplotu, při které by se naměřil jeho poloviční obsah.

Tyto teploty jsou důležitým parametrem pro simulační programy.



Obr. 3. Polouzavřená pēchovací trubice

Možnost využití simulačních programů

Řada sléváren využívá simulace plnění, tuhnutí a chladnutí odlitků. Simulační software přitom řeší změny teplotního pole ne jen v odlitku, ale některé mají i dostatečně přesně definované potřebné pochody ve formovací směsi. Na příklad program MAGMAsoft. Když jsme v roce 2002 požadovali úpravu programu MAGMAsoft [2], aby umožňoval stanovit objem zasažené směsi, tak to ještě nebylo možné, ale nyní je už úprava hotova a je možno tento program pro daný úkol využít. Při zadání teploty degradace bentonitu je program schopen spočítat objem formovací směsi, ve kterém dojde k jeho znehodnocení. Při známém obsahu aktivního bentonitu a známém množství formovací směsi nutné na výrobu jedné formy lze relativně přesně stanovit stupeň znehodnocení a tím i potřebné oživení.

Podobný postup, je-li třeba, můžeme opakovat i pro uhlíkatou přísadu. K tomu je nutno znát teplotu degradace uhlíkaté přísady a její obsah ve formovací směsi. Pokud se významně nemění množství nového ošřívka, například díky extrémnímu přísunu ošřívka z jader, není nutno tento výpočet provádět a můžeme využít praxi ověřený podíl k bentonitu – například lze použít směsný bentonit.

STANOVENÍ POTŘEBNÉHO OŽIVENÍ

Pokud je formovací směs připravována pouze pro jednu formovací linku, tak lze s výhodou využít této metodiky ke stanovení preventivního oživování.

Pokud je ze směsi současně formováno na několika pracovištích, tak nám nezbyvá než využít metodiku řízení podle předchozího období. [1]

Nemáme-li k dispozici výsledky simulace, tak se musíme spokojit s modifikovanou metodikou výpočtu podle modelů – s využitím podílu povrchu od jader.

Základem je stanovení nebo odhad podílu povrchu od jader, proti celkovému povrchu odlitků v rámu, včetně vtokové soustavy. O tento podíl se pak sníží množství bentonitu na tekutý kov. Množství nového ostřiva se vypočte podle původních vztahů. Je-li uhlíkatá přísada dávkována samostatně, pak se její dávka v oživení stanoví rovněž podle nové metody.

Metodika je zpracována ve formě tabulky Excel pro obě varianty – využití výsledku simulace nebo podílu povrchu od jader. S jejím zavedením naše firma svým zákazníkům v rámci servisu bezplatně pomůže.

Výsledkem je zpřesnění dávkování s nezanedbatelným efektem pro snížení nákladů na výrobu odlitků. Když bylo v roce 1998 zavedeno ve Feramu MI řízení oživování podle předchozího dne [4], tak toto zpřesnění oživování přineslo úsporu přes 20 % surovin na přípravu formovací směsi - Proti řízení podle výsledků laboratorních zkoušek. Obdobné výsledky byly i u dalších sléváren.

Podobný efekt lze tedy očekávat i nyní po aplikaci přesnějšího stanovení stupně znehodnocení, protože jde o další zpřesnění dávkování.

Úspory oživování jsou neustále důležitější, protože významně stouply i náklady na ukládání slévárenských odpadů. U formovacích a jádrových směsí vždy platí, že kg nových surovin = kg odpadu.

PŘEHLED LITERATURY

- [1] NEUDERT, A.: Řízení jednotných formovacích směsí. Slévárství 2-3/2000, str. 90 – 99.
- [2] BURIAN, J., NEUDERT, A.: Využití matematického modelování pro predikci znehodnocení jednotné formovací směsi. Slévárství 5-6/2002, str. 223 – 228.
- [3] EGEN, H.W.: Grundlagen zur Steuerung der Sandzusammensetzung von bentonitgebundenen Formsand beim Aufbereitungsvorgang in Umlaufsystemen, Teil 1, Giesserei 71, 8/1984, str. 319 – 325.
- [4] FRYČ, P., NEUDERT, A.: Zkušenosti s řízením jednotné formovací směsi. Slévárství 5-6/2001, str.332-335.